

No title available.

Patent Number:  EP0905936

Publication date: 1999-03-31

Inventor(s): PIGEON MICHEL (CA); VALIS TOMAS (CA); LIU KEXING (CA); MILTON DAVID (CA); TOTTI GINO (CA)

Applicant(s): CAMBRIAN SYSTEMS CORP (CA)

Requested Patent:  IP11331334

Application Number: EP19980306764 19980824

Priority Number(s): US100300177B1, 10030837

IPG Classification: U21J14/22 - U21R12/212

EC Classification: H318/H321/H340/H373

Final Release Under E.O. 14176

## Abstract

A communications network has a plurality of nodes interconnected by an optical transmission medium. The transmission medium is capable of carrying a plurality of wavelengths organized into bands. A filter at each node for drops a band associated therewith and passively forwards other bands through the transmission medium. A device is provided at each node for adding a band to the transmission medium. Communication can be established directly between a pair of nodes in the network sharing a common band without the active intervention of any intervening node. This allows the network to be protocol independent. Also, the low losses incurred by the passive



filters permit relatively long path lengths without optical amplification.

Data supplied from the [osp@canet](mailto:osp@canet) database : 12

(19) 日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 許出権公開番号

特開平11-331224

(43) 公開日 平成11年(1999)11月30日

(51) Int.Cl.  
 H 04 L 12/42  
 H 04 J 14/00  
 14/02  
 H 04 B 10/20  
 H 04 Q 9/52

F I  
 H 04 L 11/00 3 3 0  
 H 04 Q 3/52 C  
 H 04 B 9/00 E  
 N

審査請求 未請求 請求項の数39 備考 外国語出版 (全 48 頁)

(21) 出願番号 特願平10-280401

(71) 出願人 528134806

カンブリアン システムズ コーポレーション

(22) 出願日 平成10年(1998) 8月27日

カナダ・オンタリオ ケー2ケー 2エックス3・カナタ・レゲット ドライブ

(31) 優先権主張番号 08/917784

555

(32) 優先日 1997年8月27日

(72) 発明者 ディヴィッド ミルトン

(33) 優先権主張国 米国(US)

カナダ・オンタリオ ケー2ケー 1パイ3・カナタ・サンドウェル クレッセント

(74) 代理人 弁護士 一色 錠輔 (外2名)

20

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 各ノードにおける受動バスループを備えた波長分割多重化光通信網

(57) 【要約】

【構成】 通信網は、光伝送媒体によって相互に接続された複数のノードを含む。この伝送媒体は、複数の帯域に分割された複数の波長を搬送する機能がある。各ノードのフィルタは、それに関連する一の帯域を分波し、他の帯域を伝送媒体を介して受動的に転送する。各ノードには、伝送媒体に一の帯域を合波する機能が設けられる。

【効果】 共通の帯域を共用する通信網上の一対のノード間で、いかなる介在ノードの遮断的な介入もなしに、直接に通信を確立することができる。これにより、通信網はプロトコルに依存しないものとなることができる。また、受動フィルタによる低損失のため、光増幅を行うことなく比較的長い経路を実現することができる。

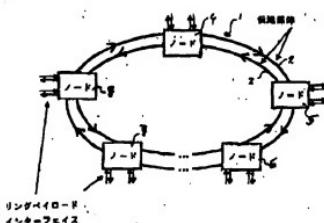


Figure 1. WDM方式のリング

(10)

特開平11-331224

【図1】

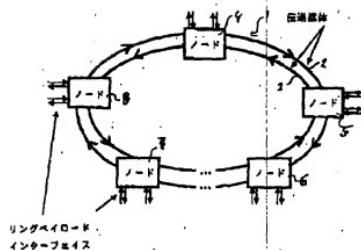


Figure 1. WDM 双方向リング

【図2】

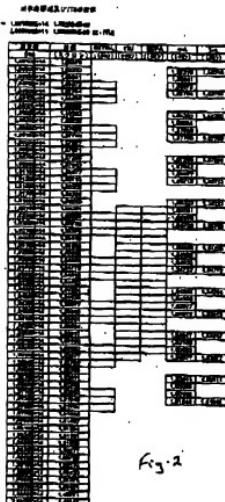


Fig.2

【図3】

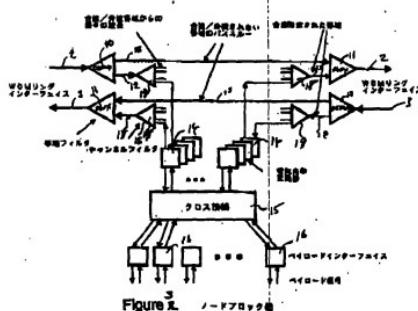
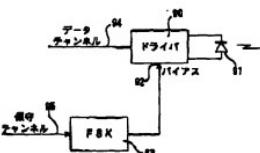


Figure 3. ノード構造

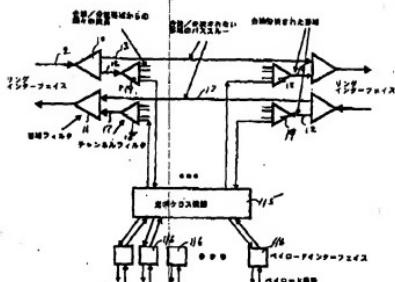
【図11】



( 1 1 )

特開平11-331224

[图4]



[图5]

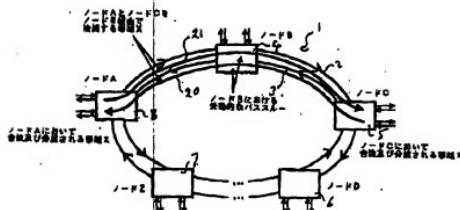


Figure 5. Summary

(12)

特開平11-331224

【図6】

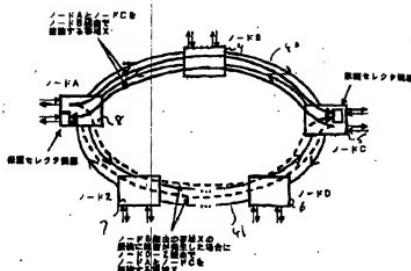


Figure 6 メモリ切替の例

【図7】

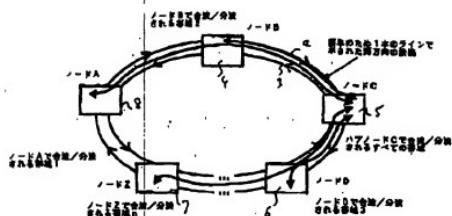
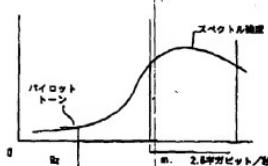


Figure 7 ハブ接続構成バターンの例

【図12】



( 13 )

特開平11-331224

〔四八〕

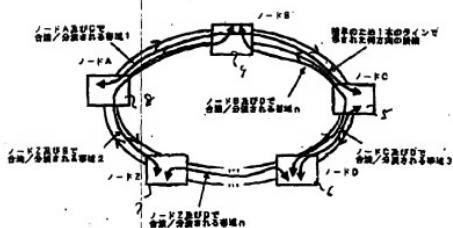
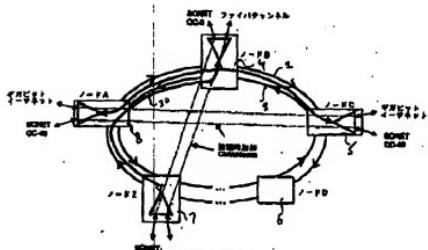


Figure 16. フラッシュ電離パターンの例

〔四九〕



Font 110-1500

(14)

特許平11-331224

【図10】

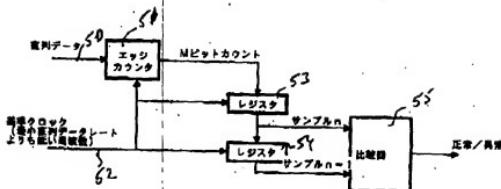
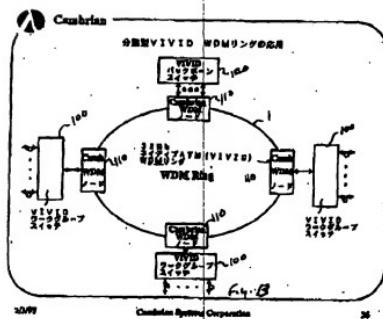


Figure 10. ビットレートモニタ

【図13】



SEP. 26, 2000 5:54pm

SEARCHED

NO. 3672 P. 9

(15)

特開平11-331224

(72)発明者 ケシン リウ  
カナダ・オンタリオ ケ-2エイチ 7ビ  
-1・ネビアン・モンテレイ ドライブ  
263

(72)発明者 ミシェル ピジョン  
カナダ・オンタリオ ケ-2エイチ 9エ  
-1・ネビアン・アスペン グローブ 12

(2)

特開平11-331224

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数のノードと、

前記ノード間を相互接続するとともに、複数の帯域に整理された複数の波長を搬送する光伝送媒体と、各ノードにおいてそれと連絡する帯域を分波し、他のノードへのトラヒックを搬送する帯域を合波し、他の帯域を受動的に送出するインターフェイスとを備えた波長分割多量化を用いた光通信網であって、それにより、

介在するノードの能動的介入なしに、一つの共通帯域を共用する前記通信網上の一对のノード間に直接通信を確立することができる波長分割多量化通信網。

【請求項2】 前記インターフェイスは、ノードにおいて分波されるべき複数の帯域以外の帯域を受動的に反射するフィルタを含んでおり、請求項1に記載の通信網。

【請求項3】 前記フィルタは干涉フィルタである請求項2に記載の通信網。

【請求項4】 各ノードはさらに、前記フィルタにより分波された帯域内の波長を細分化するデマルチブレクサとして機能する微細フィルタを有している請求項3に記載の通信網。

【請求項5】 前記インターフェイスは、各細分化された波長に閾値づけられ、電気信号を発生する受光素子を有している請求項4に記載の通信網。

【請求項6】 前記インターフェイスはさらに、合波されるべき帯域内の波長を発生するレーザーを有し、前記レーザーは、個別の波長を一つの帯域にまとめるマルチブレクサに向かっている請求項3に記載の通信網。

【請求項7】 前記インターフェイスフィルタはさらには、前記インターフェイスユニットを受動的に通過する帯域に合波されるべき複数を多量化するマルチブレクサの機能を果たす請求項6に記載の通信網。

【請求項8】 少なくとも二つ以上のノードは、所望の波長をペイロード信号に選択的に接続するクロス接続スイッチをさらに有している請求項1乃至7のいずれかに記載の通信網。

【請求項9】 前記クロス接続スイッチは電気スイッチであり、前記スイッチと前記インターフェイスの間に感光光学結合器が設けられる請求項8に記載の通信網。

【請求項10】 前記クロス接続スイッチは光学スイッチであり、前記ペイロード信号は光信号である請求項8に記載の通信網。

【請求項11】 一の帯域内の波長は、約1.6nmの間隔である請求項8に記載の通信網。

【請求項12】 帯域は、保護帯域を含めて約9.6nmに分割される請求項11に記載の通信網。

【請求項13】 各帯域の通過帯域は約6.4nmである請求項11に記載の通信網。

【請求項14】 前記ノードは、物理的に一つのリング上に配置される請求項1乃至13のいずれかに記載の通

信網。

【請求項15】 前記リンクは双方向リンクである請求項14に記載の通信網。

【請求項16】 前記ノードは、波長の帯域によって、論理的にハブ型に接続される請求項15に記載の通信網。

【請求項17】 前記ノードは、波長の帯域によって、論理的にメッシュパターンで接続される請求項15に記載の通信網。

【請求項18】 前記双方向リンクは、單一ストランド光ファイバで構成される請求項15に記載の通信網。

【請求項19】 前記ノードは、オーバンループ又は二点間接続で物理的に配置される請求項1に記載の通信網。

【請求項20】 前記通信網は双方向性である請求項1に記載の通信網。

【請求項21】 前記通信網は、单一ストランド光ファイバにより構成される請求項19に記載の通信網。

【請求項22】 波長分割多量化を用い、複数の帯域に整理された複数の波長を搬送可能な光伝送媒体によって相互接続された複数のノードを有する光通信網において通信を確立する方法であって、

あるいはモートノードに向けて、そのリモートノードに向達された帯域でトラヒックを出し、中間に介在するノードにおいて前記帯域を受動的に送出し、

前記リモートノードにおいて前記帯域を分波して、これに向かられたトラヒックを抽出する通信を確立する方法。

【請求項23】 前記ノードは、双方向リンクの形態に物理的に配置される請求項22に記載の方法。

【請求項24】 前記帯域を分波するリモートノードに対して前記通信網を介して送信を行なうノードにおいて、波長の前記帯域を合波するステップをさらに含む請求項22に記載の方法。

【請求項25】 带域間でデータを転送するノードにおいて波長のスイッチングを行うステップをさらに含む請求項24に記載の方法。

【請求項26】 あるノードにおいて所定の帯域を分波するデマルチブレクサと、前記デマルチブレクサからの光电力信号を電気出力信号に変換する手段と、電気入力信号から光出力信号を発生する手段と、所定帯域の前記光电力信号を前記通信網に合波するマルチブレクサとを備え、

前記デマルチブレクサ及びマルチブレクサは、前記分波された各帯域の光信号を受動的に送出するよう構成されている波長分割多量化を用いた光通信網に利用されるインターフェイス装置。

【請求項27】 前記マルチブレクサ及びデマルチブレクサは、前記分波された帯域を抽出し、その他の帯域を

09/28/2000 TUE 17:49 [TX/RX NO 7398] 0010

(3)

特開平11-331224

反射する光学フィルタを有している請求項24に記載のインターフェイス装置。

【請求項28】 前記光学フィルタは光ファイバである請求項26に記載のインターフェイス装置。

【請求項29】 複数のスイッチングノードと、リング上で複数の帯域に整理された複数の波長を発生する手段と、前記波長の少なくとも一つで保守チャンネルデータをバイロットトーンとして送信する手段とを有する光ファイバによる波長分割多重化リング。

【請求項30】 保守チャンネルデータを送信する前記送信手段は、前記複数の波長を発生する手段のハイアス電流を変調する請求項29に記載の光ファイバによる波長分割多重化リング。

【請求項31】 前記送信手段は、少なくとも一つの前記波長の保守チャンネルデータをFSK変調する請求項30に記載の光ファイバによる波長分割多重化リング。

【請求項32】 前記送信手段は、少なくとも一つの前記波長の保守チャンネルデータをQAM変調する請求項31に記載の光ファイバによる波長分割多重化リング。

【請求項33】 前記送信手段は、少なくとも一つの前記波長の保守チャンネルデータをOFDM変調する請求項30に記載の光ファイバによる波長分割多重化リング。

【請求項34】 前記保守チャンネルは、ビット誤り率(BER)又はデータチャンネルのウォーターフォールカーブ性能に適合する通信環境をなし、保守チャンネルデータをモニタすることにより、保守チャンネルのペイロードを見ることなく、システムがデータチャンネルの性能を判定することができるようになっている請求項29に記載の光ファイバによる波長分割多重化リング。

【請求項35】 ある地理的な地域に分散された複数の交換部品と、それら交換部品間を相互接続するとともに複数の帯域に整理された複数の波長を送信する光ファイバによる波長分割多重化リングと、各交換部品においてその交換部品間に通づけられたる帯域を合波/分波させ、他の帯域に受動的に分配する手段とを備えた分散高遙びパケット交換機であって、前記交換機の一部を形成する交換部品の対は、それらに通づけられたる帯域中の波長で直接通信を行う分散高遙びパケット交換機。

【請求項36】 前記交換機はATM交換機である請求項35に記載の分散高遙びパケット交換機。

【請求項37】 複数のノードと、個別リンクを介してそれらのノードを相互接続する光伝送媒体とを有する波長分割多重化を用いた通信網において、通信網上で通信を行なういずれのノード間にあっても、受信信号の品質、パワーレベル、ビット誤り率といった側面のリンク性能を最適化する方法であって、保守チャンネルリンクを通してデータを送信する方法。

【請求項38】 複数のノードと、個別リンクを介してそれらのノードを相互接続する光伝送媒体とを有する波

長分割多重化を用いた通信網において、データチャンネルが有効なトラヒックを搬送しているのかノイズを搬送しているのかを判定する方法であって、データチャンネルのビットレートの一致を検証する方法。

【請求項39】 複数のノードと、個別リンクを介してそれらのノードを相互接続する光伝送媒体とを有する波長分割多重化を用いた通信網において、パルスのタイミングが必要か否かを判定し、周波数搬送クロック回復及びジッタフィルタ回路の制御を行う方法であって、データチャンネルのビットレートを選定する方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、波長分割多重化を用いて光通信網において通信接続を形成する方法及び装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】带域幅に対する増加し続ける要求により、高遠伝送網の成長に拍車がかかっている。現在、こうした伝送網において用いられる基本的な規格はSONETであり、これは同期光通信網の略語である。SONET規格は、二地点間及びリングネットワークプロトコル中の光伝送速度の階層を規定している。例えば、SONET規格の光キャリアーレベル3(OC-3)は、155Mbpsで伝送を行い、OC-12では、6.22M b/sで伝送を行う。SONETは、ある範囲の異なるペイロードプロトコル及びペイロードビットレートを伝送することができるダウンしにくい伝送設備を提供するために開発された。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】障害に耐える能力は、SONETにおいて、故障発生における通信の回復を調整するためのSONETに規定された回復プロトコルを備えたリリンクホロジーを用いて実現される。リングでは、常に、リング上の二つのノード間で相互接続に用いることができる二つの別のルートがある。これらのルートの一つに故障が生じた場合、他のルートの予備容量は、枚数によって影響されたトラヒックの回復に用いられる。SONETにおいては、すべてのノードは光信号全体を終端させて、すべてのペイロードへアクセスできるようにしなければならない。これは、一般に、ペイロードの小さなサブセットにアクセスするのみで、残りのペイロードを下層側の他のノードに通過させる場合であっても同様である。故障中にノードが予備容量へアクセスするのを調整する自動保護交換(APS)プロトコルに各ノードをアクセスさせるためにも、すべての光信号の終端は必要となる。残念ながら、すべてのノードにおいてすべての光信号を終端させるといはSONETにおける要求のため、リングネットワークの能力をアップグレードするプロセスは、時間もコストもかかるものとなる。ただ一つのノードのみが容量の追加を必要とし

(4)

特開平11-331224

ている場合であっても、全てのノードをアップグレードしなければならないからである。

【0004】様々なペイロード及びペイロードビットレートを伝送するために、SONET規格は、全てのペイロードをマップする必要があるペイロードのエンベロープ構造を規定する。このエンベロープは、時分割多段化されたSONET信号内の一つのタイムスロットにより伝送される。これにより種々なペイロードの伝送能力がSONETネットワークに与えられるが、新たなペイロードについては、マッピングが規定され、インターフェイス回路が開発、配備されるまで伝送することが出来ない。さらに、ネットワーク中の余剰容量が新たなペイロードのビットレートを処理するために不十分の場合には、ネットワーク全体をアップグレードしなければならないこともある。従って、SONETネットワークは、より大きな容量を必要とし、広範囲のプロトコルが導入される今日のサービスのニーズに応えることは出来ない。

【0005】今日の通信事業者のネットワークは、一般に、エンドユーザをその事業者のネットワークに接続するアクセスピ部と、アクセスネットワーク間を相互接続する伝送部(バックボーン部はコアネットワークとも呼ばれる)によって構成される。ネットワークのアクセスピ部は、新たに生じる多様なサービスを行ふために、非同期転送モード(ATM)、非同期ディジタル加入者ループ(ADSL)及びSONET等のよう多くの種類の信号タイプに対応する必要に迫られている。これらの新たなペイロードは、潜在的なサービスをサポートするために、より高いビットレートを要求しがちである。伝送ネットワークは、エンドユーザの量の増加を反映するアクセスネットワークから生じる高ビットレートのサービスを必要とするために、より大きな容量を設ける必要に迫られている。そこで、本発明の目的は、SONETに基づくネットワークの制限を緩和することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】木発明によれば、複数のノードと、前記ノード間を相互接続とともに、複数の帯域に整理された複数の波長を搬送する光伝送媒体と、各ノードにおいてそれと関連する帯域を分派し、他のノードへのトラヒックを搬送する帯域を合致し、他の帯域を受動的に送出するインターフェイスとを備えた波長分割多重化を用いた通信網であって、それにより、介在するノードの機能的介入なしに、一つの共通帯域を共用する前記通信網上の一つのノード間に直接通信を確立することができる波長分割多重化通信網が提供される。

【0007】木発明による通信網は、プロトコル及びビットレートに依存せず、従つて電気通信事業者のアクセス及び伝送通信網における要求に対して、SONETよりも迅速に対応することが出来る。各ペイロードは、別

々の光の波長によって搬送され、ペイロードは、波長分割多重化技術を用いて多重化される。

【0008】一つの帯域は、狭い間隔で階でられた波長の群によって構成される。通常、帯域間に保護帯域が設けられ、全体のスペクタルから一つの帯域を簡単に済渡することが出来るようになっている。例えば、一つの帯域は、1.6 nmの間隔を持つ四つの波長で構成され、帯域の合計帯域幅は、4×1.6 = 6.4 nmとなる。さらに、3.2 nmの保護帯域が設けられているので、全体の帯域幅は、6.4 + 3.2 = 9.6 nmとなる。

【0009】一つの帯域は二つのノード間の接続に開通づけられており、例えばノードAと、中間に介在するノードBを経由してノードCに接続しようとする場合、ノードA、Cは、同一の帯域、例えば帯域Xにアクセス(合波/分波)しなければならない。ノードAは、ノードCに帯域Xで送信を行い、この帯域は、介在するノードによって受動的に搬送される。

【0010】各ノードにはカスクード接続されたフィルタが含まれているので、離散した波長とは別の帯域を使用することによって、フィルタの性能を障害のロールオフスロープの領域において緩和させることが出来る。主(または帯域)フィルタは、波長の帯域を識別する。さらに、帯域フィルタの後段に設けられる長い帯域幅のフィルタを用いて特定のチャンネルに細分化する。

【0011】多段フィルタリングの方法を用いることによって、リングネットワークの他の構成に比べてエネルギー効率が向上する。これは、帯域フィルタがリング周りで反復される主フィルタ要素である事実によるものである。ノードにおいて個別の波長を認識する一方既りの帯域を通過させると早く、ノードがリングに追加されると、帯域フィルタ要素による減衰損耗が生じない。

【0012】インターフェイスは、通常フィルタの形態をとり、分波されるべき波長を分離し、他の帯域は反射により搬送される。フィルタは、伝送媒体からのノードに開通づけられた波長を分波及び合波するマルチブレーカ/マルチアブリクサとして作用する。

【0013】フィルタは、最小損失の干涉フィルタであることが好ましく、損失が1 dB未満であることが好ましく、代表的には0.5 dBとする。波長スペクタルのそれぞれノードに開通づけられた帯域への分配は、受動フィルタにおける損失を減少させるため重要な因子である。個別の波長を用いた場合には、損失は、3乃至6 dB程度となることが予想され、通信網の最大サイズが大幅に制限されることとなる。

【0014】木発明の重要な利点は、各波長によって、一対のノード間にプロトコルに依存しない高速ビットバイブが最小損失で形成されることである。一実施例によるノードは、波長を変更するためのクロス接続スイッチを含んでおり、例えば、帯域CでノードA、C間にバスが形成され、帯域DでノードC、F間にバスが形成さ

(5)

特開平11-331224

れ、そしてノードA及びFの間にはバスが存在しない場合、ノードAは、ノードFへのトラヒックを帯域Cを分波するノードCに最初に送出し、トラヒックがノードFに対するものであることを検出でクロス接続をしてトラヒックを带域Dで送出し、それはノードFにおいて分波される。

【0015】したがって、通信網の光バスは、波長が合波／分波されるノードを除き、受動的である。周長30kmのリングを通過するのに光増幅器を使う必要がないように、システムはまた、すべての波長バスにおいて低い総合損失を有している。全ワーネルの子測定は、3.0dB程度であると予測される。代表的な最大限構成を有するシステムにおいて、光路の損失約1/3はファイバにおいて（~9dB）、約1/3の損失は光学的合波／分波フィルタ（16の帯域フィルタ一つあたり0.5dB=8dB）において生じる。残りの3.0dBの光学的パワーの予測値は、接続損失、スライス及び部品の経年変化のために確保されている。

【0016】本発明の他の構成によれば、波長分割多重化を行い、複数の帯域に整埋された複数の波長を搬送可能な光伝送媒体によって相互接続された複数のノードを有する光通信網において通信を確立する方法であって、あるいはモードトートーに向けて、そのリモードトード間に開通づけられた帯域でトラヒックを送出し、中に介在するノードにおいて前記帯域を分波して、これに向かれたトラヒックを抽出するステップを備えだ、通信を確立する方法が提供される。

【0017】本発明のさらにもう一つの構成は、あるノードにおいて所定の帯域を分波するデマルチブレクサと、前記デマルチブレクサからの光入力信号を電気出力信号に変換する手段と、電気入力信号から光出力信号を発生する手段と、所定帯域の前記光出力信号を前記通信網に合波するマルチブレクサとを備え、前記デマルチブレクサ及びマルチブレクサは、前記分波される帯域以外の帯域の光信号を受動的に送出するように構成されている、波長分割多重化を行った光通信網に利用されるインターフェイス装置を提供する。

【0018】本発明のさらにもう一つの構成は、複数のスイッチングノードと、リング上で複数の帯域に整埋された複数の波長を発生する手段と、前記波長の少なくとも一つで保守チャネルデータをバイロットトーンとして送信する手段とを有する光ファイバによる波長分割多重化リングを提供する。保守チャネルは、波長を発生する装置のバイアス電源の実調すること、通常はレーザにより、簡便に注入される。

【0019】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の実施例を添付図面を参照しながら詳細に説明する。図1を参照すると、参照符号1で示される波長分割多重化（WDM）リング

型ネットワークは、多数のノード4, 5, 6, 7, 8を含む二つの逆方向に伝送するリング2, 3で構成され、これらのノードは、リング2, 3に対するインターフェイスを形成する。図1は、ネットワークの物理的レイアウトを示していることが分かるであろう。リング2, 3は、これらノードのレーザによって発生される多重波長を伝送することができる光ファイバによって物理的に構成される。ノード間の交互接続性は、以下に説明するようにして、WDM技術によって与えられる。

【0020】例えば、各リングは、各ノード間に相互接続性を有する八つの帯域に分割された1.6又は3.2の波長を伝送することができる。一般に、各帯域には2つ又は4つの波長が含まれる。8つの帯域であれば、各帯域に2つの波長が含まれる場合には、合計16の波長が存在し、各帯域に4つの波長が含まれる場合には、合計32の波長が存在し、例えば、各帯域毎に9.6nmの合計間隔に向て、3.2nmの保護帯域とともに1.6nmの間隔が与えられる。図2は、一般的な帯域及び波長の分布を示している。一般に、8つの帯域と仮定した場合、ノードの最大数は8つになる。

【0021】各ノード4, 5, 6, 7, 8は、各ノードに特徴の波長である所定の帯域を合波／分波させる。例えば、ノード6は、1.52411, 1.52256, 1.52102及び1.51948μmの波長を含む。1.52411及び1.51948μm帯域を分波する。ノード4とノード6との間の経路を形成するため、ノード4は、ノード6に対して、逆回りの両リング2, 3を介してこの帯域を送信を行う。この帯域は、ノード5, 7, 8によって更動的に反射され、当該帯域を分波してそのトラヒックを抽出するノード6に送られる。本発明の原理上に述べた、これらの波長の帯域により、リング上のいずれのノード間においても、中間ノードを介すことなく、直接にプロトコルとは無関係に接続が可能となっている。リング上のノードは、所望の対のノード間において波長接続することにより、例えばスター型接続又はメッシュ型接続等のいずれの在来の態様によても直接接続することが可能である。

【0022】波長変換装置を備えた代表的なノードについて、図3を参照しながら詳細に説明する。デマルチブレクサ10及びマルチブレクサ11は、光ファイバのリング2, 3に接続した状態で示されている。デマルチブレクサ10は、そのノードに開通づけられた特定の波長帯域を分波し、マルチブレクサ11は、ノードに開通づけられたその特定の波長帯域を合波する。物理的には、MUX/DEMUX10, 11は、それぞれ、分波／合波されるべき選択された帯域を送信し、残りの帯域を受動的に反反射する单一の高性能光インターフェイスフィルタにより構成される。フィルタは、例えば、二色性フィルタ、サーキュレータベースのプラググレーティングフィルタ、溶融双凸鏡テーパベースのプラググ

レーティングで構成することが出来る。好適なフィルタは、カナダ国、オタワのJDS Fitelによって作成される。こうしたフィルタにより、低通波損失(<1 dB)及び適度な(<2 dB)合波/分波ロスが得られる。デマルチフレクサ10により分波されない帯域13は、ノードを通って受動的に送られる。物理的な条件として、特定のノードに割り当てられていない波長の帯域13は、次のノード等に向かって、上述のように当該帯域13が分波される目的ノードに到達するまで受動的に反射される。

【0023】各リング2、3から分波された帯域12は、分波した帯域を個別の波長に分離する第二の既知な光学フィルタ19を通過される。細分された波長は、光入力から電気信号を発生する電気光学変換器14を通過する。電気信号は、ネットワークにアクセスするマイクロードインターフェイス装置16に接続されたディジタルクロス接続スイッチを通して。逆に、クロス接続15は、異なる波長又は帯域間でのスイッチングを可能とする。後者の場合、クロス接続15は、同一のリング又は異なるリング上の異なる帯域を合波/分波するために同一ノードに設けられた他のMUX/DEMUX/フィルタ(図示せず)に接続される。

【0024】帯域の合波は、帯域を分波する方法とは逆の要領で実現に行われる。電気信号は、電気光学変換器14によって光学信号に変換され、合波されるべき特定の波長の帯域を結合する微細チャネル・フィルタ18に通過される。それらのフィルタ18の出力はMUX11に通過され、送られた帯域13と組み合わされる。物理的な条件において、合波された帯域は、光学フィルタを通して伝送され、受動的に反射された、送信された帯域13と結合される。

【0025】ノードフィルタの「疊合」構成は、入力ポート、出力ポート、1、2、又は4の「分波」ポート及び1、2又は4の「合波」ポートを有する。4、6、又は10ポートの装置である。8つの帯域があるので、各帯域につき一つ、8種類の装置が存在する。帯域を合波/分波する場合には、こうした装置の一が使用される。各ポートは、特定の波長に対応している。

【0026】フィルタは、受動光学装置に高度に一体化されている。フィルタのデザイン及び構成は、一つの波長(約1 nmの帯域幅)が分波ポートから分波でき、一つの波長(約1 nmの帯域幅)が合波ポートに合波することができるようになっている。リング上の二つの点における同一の帯域フィルタを用いて、1、2または4つの波長を、それらの点間に用いる双方向「通路」、パイプを実現するため用いることが出来る。これらのパイプは、同一の帯域フィルタを他のノードが使用しない限り、光ファイバーのリング上の全ての他の波長から独立している。実際にシステムにおいて使用される各波長は、透明のディジタル「ビットパイプ」として機能する。一

つの波長におけるデータの全てのデータのフォーマット化も内在する装置によって行われる。このシステムは、プロトコルに依存しない。本発明は、物理的リング上のノード間を、プロトコルに依存せずに直接接続する帯域を採用しており、物理的な意味で隣接していることを要しない。

【0027】図4は、電気光学変換器が省略され、クロス接続スイッチ115が光学的スイッチングを行い、光学インターフェイス16に光学的出力を与える光学スイッチング装置であることを除けば、図3に示された装置と同様の装置である。光学的スイッチングにより、波長変換が光学的に実現される。電気吸収装置及び/又は半導体光増幅器(SOA&s)を、この変換を行うために用いることが出来る。

【0028】一般に、各ノードは、少なくとも一つの帯域フィルタと、少なくとも一つのレーザダイオードと、ドライバ及びMTCE(保護チャネル実験器)と、少なくとも一つのPINダイオードレシーバー、トランジンバーピンансズ増幅器と、制限増幅器と、MTCE復調器と、微細光学フィルタと、イーサネットポート及びノード削除HWを備えた保護チャネル削除ロジッカと、内蔵する装置又は試験データ発生器(オプションモジュール)に対する波長毎のインターフェイスとを有している。オプションとして、PLLデータ再生器及びクロス接続マトリックスを説くことができる。低周波数帯域通過フィルタは、保護チャネルデータを取り出しし、PLL型FSK復調器により復調される。そのデータストリームは、ついで、保守プロセッサに送られる。

【0029】各波長は、DFB(分布偏振型)レーザ又はブラックグレーティング反射型レーザによって、フィルタの特性に合致するように選択された波長で駆動される。レーザの出力は、-3 dBmから高くとも+6 dBmの範囲である。レーザの構造部材には、熱安定性が要求される(また、特定波長への微調整手段を設けることも必要となる)。レーザは、監視ダイオード及び装置のバイアス要求を組み合わせた單一チップの制御回路によって駆動される。一般に、これらの装置は、PECI差動入力を有している。

【0030】図5は、本発明により動作する通信網の接続性ダイアグラムの一例を示している。ノードは、図1を参照して説明したように、ノードは、逆回りの光ファイバによるリングによって、リング上で物理的に相互接続される。波長の帯域は、非隔壁リング間のWDMプロトコルに依存しない直接接続を可能とする。図5において、帯域Xは、ノード5をノード8に双方向で接続する。これは、ノード5及び8において帯域Xが合波及び分波されること、すなわち帯域Xがノード4において干渉フィルタにより受動的に反射されることを意味している。

【0031】本発明はさらに、ノード間の直接接続とし

(7)

特開平11-331224

て作用する帯域によって、保護スイッチングを可能としている。図6は保護スイッチングの一例である。図6では、帯域又がリング1の両側の円弧部40、41上の二つの異なるバスを経由して、二つのノードを接続している。これらの円弧部の一方は、他方のバスに障害が生じた場合に、その帯域中の全ての波長に対する項目バスとして使用される。図6において、一つの帯域がノードAとCとを接続している。ノードBを通過する円弧部40が通常使用され、ノードDないしCを通る円弧部41は、予備のバスとなる。ノードA及びCは、接続の各端においてこの帯域から分波された信号の品質を監視する。ノードBを経由する接続が生じた場合には、ノードA及びCは、ノードD-Zを経由して接続を回復する。

【0032】 分波するノードは、品質の基準として、各波長における光パワーの測定値を用いることができる。光パワーが予め設定された閾値より低下すると、保護スイッチングが起動される。この測定値は、ゴロゴロ又は波長により搬送される情報のビットレートに依存しない。

【0033】 プロトコル又はビットレートは依存しない他の品質の尺度は、ビットレート一致モニオである。分波するノードは、所定の単位時間（予測される最も低いビットレートのピット時間に比べて長い）内に受信されるビット数をカウントし、そのカウント値を記録する。このカウント値が、ある基準値を超えて変化すると、そのチャンネルにノイズが乗っており、従って放散していることを示している。

【0034】 ピットレート一致モニタの一例が図10に示されている。到来する直列データ50はエッジカウンタ51に流れ、Mビットカウントをレジスタ53に入力する。滞碍クロックは最小直列データ一フレームに比較して低い反復速度を持ち、レジスタ53、54に入力されて、カウントされたサンプル値n及びn-1をラッ奇すとともに、カウンタに入力されて、サンプル間ににおいてカウンタをリセットする。レジスタ53からサンプル値n及びレジスタ54からのサンプル値n-1が、比較器55によって比較され、到来するビットレート的一致性に依存して真の/出力を発生する。

【0035】 トライックのスイッチングを調整するために、接続の各端部のノードは直接通信を行なう必要がある。例えば、図6において、接続の障害がノードCのみにおいて観察されると、ノードCはノードAと通信して、ノードBを経由してその帯域にわたって送出されていた波長を、ノードD-Zを経由する帯域にわたって受け取る必要がある。これは、各波長のバイロットトーンによつて搬送される一乃至複数の保守チャンネルを用いることにより達成される。

【0036】 図7は、本発明の原理によってノードを相互接続することが可能な方法の他の例としての、ハブを持つ接続パターンを示している。図7において、ノード

C(5)がハブとして機能し、このノードCからハブノード5と他のノードとの間に、専用波長を用いて接続が形成される。

【0037】 図8は、ノードがメッシュパターンの形態で接続されるメッシュ配置を示している。いずれの場合においても、波長は、接続しているかいないかに関わらず、ノード間をプロトコルに依存せずに直接高速接続を形成するビットパイプとして機能する。

【0038】 図9は、本発明に従つて作用するリングによって搬送する事が出来る信号ペイロードの一例を示している。図9において、帯域30は、ノード4、7間のプロトコルに依存しない接続を形成する。この接続は、ノード間で、SONET OC-3のトラヒック及びファイバチャンネルのトラヒックを直接伝送することが出来る。システムのアーキテクチャは、プロトコルに関しても何を知る必要がない。帯域7は、ノード7における高速ビットストリームを単に搬送し、相手方ノードにおいてSONET及びファイバチャンネルストリームに分解できる。図9はさらに、ノード5及び8間に送出されるギガビットイーサネット及びSONET OC-48トランシーバーを示している。ここでも、リングは、内包されるプロトコルとは無関係である。データは、内在するプロトコルを考慮することなくキャリア波長により単に高速ビットストリームとして搬送される。

【0039】 もちろん、複数のリングを、共通ノードに相互接続してカスケード接続することは可能である。しかししながら、多数のリングがカスケード接続される場合、電気/光学信号に対する分散効果及びジッタ効果が蓄積されることがある。これを補償するために、選択された相互接続点においてクロス接続マトリックスに再生ステージを付加しなければならないことがある。この再生装置は、ワイドレンジPLSL（位相同期ループ）であり、到来するディジタルデータストリームにロックし、クロックを回復し、そのクロックを使用してディジタルストリームを再生する。再生器はストリーム中のデータの特定のフォーマットを知る必要はなく、ディジタル遷移ロックすることが出来、分散及びジッタに関してエッジを整形するようになることが必要なところである。PLSLが、ロック範囲又は中心周波数の設定を必要とすれば、制御されるべきハードウェアに向かはれた保守チャンネルのコンフィギュレーションメッセージによって対応することが出来る。

【0040】 種々の外部データ源を、各波長のデータバスに接続することが出来る。これは、OC-3、OC-12、Newbridge ISL (Inter Shelf Links) 等の所有権付きのインターフェイスを含み、さらにギガビットイーサネット源を含むことが出来る。上記のように、波長は保守チャンネルを搬送し、その保守チャンネルは、保守チャンネルデータストリームから直接発生されるFSK変調器によって駆動さ

(8)

特開平11-331224

れる。

【0041】マルチノードのWDMリングネットワークでは、装置の基本的動作パラメータ及びこうしたネットワークにおいて使用可能な他の光学要素を調整することによって、レーザ装置の制御に用いられる情報を交換するために相互に通信することができる個別のノードによって、全体の構成の最適化を図る機会がある。レーザパラメータの局部的最適化の方法は、文献に説明されている。しかしながら、この提案は、ネットワークの動作パラメータを調整できるという意味で、より完全なエンドツーエンド機能である。また、例えばこのようなリンク構成に存在し得る中心周波数位置からローラオフするフィルタ及びダンピング要素等の他のネットワーク要素の損失の許容誤差の減少を考えることが出来る。

【0042】WDMリングにおける二段階で動作する各波長に関して、レーザ源、合波フィルタ（又は、合波/分波フィルタの一部）、ファイバ伝送器、分波フィルタ（又は、合波/分波フィルタの一部）、光学検出器及びシステムの他の部分に信号を転送するための経路設定を行う補助的な受信電子部品がある。

【0043】レーザ源は、レーザ電流閾値、変調電流レベル及び動作温度を設定することによって制御される。動作波長は、相手方の検出器に最大信号エネルギーを与えるように（温度制御によって）調整される。この処理は、個々の構成部品の許容誤差による損失を最小化するために、発生された波長を結合されたカスクードフィルタの収容に合わせる。

【0044】光パワーのピークと消光比（ER）は、特別の電子回路又は埋め込まれたマイクロコントローラによって調整、制御される。バイアス電圧レベル及びクリケールのレーザのスロープ効率は、それぞれ非線形のカーブを用いて、バイアス電流及びピーク電流を変化させることによって、測定できる。こうした測定は、レーザER及びピークパワーの頻繁な監視及び制御を可能とする。

【0045】受信ノードにおける受信パワーレベルを監視している間、レーザの動作波長の調整（例えば、レーザの動作温度の調整）により、彼異なる安定性を得られる。WDMフィルタモジュールは、各波長個別に開いて狭い通過帯域（約1nm）を有し、他の光学特性を持っているので、通常ベースでレーザの動作波長を精密に再調整することが出来る。

【0046】リングの二つの異なる部分において同一の波長で動作するような場合には、「ビートノイズ」（光源間のコヒーレンス干渉効果）を最小化するためにわざわざ異なる点の動作波長を設定することが必要になる。このノイズ要素は、動作波長をごく小さな量（0.05nm乃至0.2nm）だけ分離することにより克服される。

【0047】レーザ動作の他のパラメータ（閾値）及び変調強度は、受信アイ信号を所定のデータレートに対し

て最適化するように、エンドツーエンドで制御される。光波長に重畠される保守信号は、m t c e チャンネルの誤り動作（光ビームの主データチャンネルの誤り率に直接比例する）を測定する手段となる。メッセージのフィードバックによって、受信信号の状態がレーザ送信器に帰還され、補正動作又は安定化ルーチンが実行される。この特定の制御ルーチンは、レーザ制御回路に開通づけられた内蔵プロセッサで実行されるソフトウェアのアルゴリズムである。これらは制御アルゴリズムは、波長安定ルーチン及び受信アイ信号最適化を含んでいる。

【0048】WDMレーザ光源と受信器、分波/合波フィルタを含む）のネットワークでは、受信器において所望のビット誤り率を達成するのに十分な光エネルギーを得るために、個別の波長又は波長のグレーフィー増幅を加えることが必要となる。周知のトポロジー状況において、多数のE D F A 要素をシステムに付加して、ファイバ及びフィルタ損失による伝送損失を解消することが出来る。リングのトポロジー及びリンク構造はあるという事実によって、E D F A のゲイン等の固定ゲインブロックは、特定する方が困難であり、システム中のある波長の性能を損なうおそれがある。

【0049】電気的にプログラム可能な減衰要素を組み合わせたS O A 要素という形態に、問題の解決策が存在する。この技術は、個別の要素の形で得ができる、あるいはシリコン導波路構造に実現することができる。S O A は、所要の範囲なゲインを与え、プログラム可能な減衰器は、一つのノード間レベルでの信号レベルを、リング中の他のノード間レベルにおいて必要とされるレベルに依存しないで最適化することを可能とする。S O A と減衰器の組み合わせは、レーザ光源に（後段増幅器として）適用可能であり、受信器（前段増幅器として）適用可能であり、またその双方に適用可能である。

【0050】ファイバベースのリングシステムにおけるゲインブロックとしてE D F A 要素を使用することが望まれる場合、プログラム可能な減衰器は、受信器における受信信号レベルの最適化に用いることが出来る。これは、S O A /減衰器システムほど柔軟な解決策を与えるものではないかも知れないが、このような増幅された合波/分波システムにおいて必要とされる個別のチャンネルのゲインの調整の問題を克服すると考えられる。

【0051】全ての場合において、システムの最適化に重要な事項は、システムが光源/受信器間のm t c e チャンネルと通信可能であることであり、最も短の端部間の性能及びWDM通信網の管理を得るために、制御アルゴリズムを介して信号の動作レベルを最適化出来ることがある。

【0052】各ノードの保守及び制御プロセッサは、プロセッサと、RAMと、プログラム及びアプリケーションを格納するフラッシュメモリと、いくつかのシリアル

(9)

特開平11-331224

インターフェイス (MTCB リンク毎に一つ) を有する小型コンピュータボードである。プロセッサには、TC P/I プルーチンと制御モジュール (Flexcom リータ及び制御スイッチ) により構成された DOS で動作する。Flexcom 社の製品は、内蔵された DOS とともに動作するマルチタスクの OS/S であるので、レーザの動作及び保守に固有のいくつかのモニタ及び制御機能は、この SW に一体化される。ステータス機能及びポート機能も含められる。

【0053】このスイッチによって、システム内の全てのノードは、各プロセッサへの Telnet セッションを操作するリモート PC によって、制御、監視することができる。保守トラッピングは、保守プロセッサを介して他のノード又は内在する装置にルーティングされる。

【0054】図 1 は、保守チャンネルを生成する装置を示している。レーザ 91 のドライバ 90 は、入口において保守チャンネル 95 を受ける FSK 変調器 93 によって変調されるバイアス入力 92 を有している。データチャンネルは全てデジタルで、ドライバ 90 の主入力に与えられる。

【0055】図 1 に示す装置は、各波長にバイロットトーンを埋め込むが、それは低ビットレート ( $< 256 \text{ kbps}$ ) であってよい。このバイロットトーンは、MTCB チャンネルのデータストリームを連続するトーンに変換する FSK 変調器 93 が行うバイアス電流の交調によって波長チャンネルに注入される。QAM-64 や QAM-256 もしくは OFDM 等の他のキャリア変調システムを用いることも可能である。バイロットトーンのレベルは、主データバスでの約  $20 \text{ dB}$  である。純粋にデジタルの主データチャンネルの BER 上のバイロットトーンの効果は最小となる。これは、そのバイロットトーンが、高ビットレートデータを搬送する部分を大きく外れたスペクトル分布曲線の部分で搬送されるためである。

【0056】MTCB チャンネル変調は、ノード間の波長の一體性を確保し、波長リンクのパワーレベルの予測を与え、ノードのステータス及びモニタ (SNMP, RMON タイプのメッセージング)、ネットワークレベルにおけるタイミング同期の分布、ノードプロセッサ及び内在する装置のための SW 及び FW のダウンロードを可

能とする。

【0057】MTCB チャンネルは、通常の「データパイプ」に依存せずに変調されるので、MTCB は、主チャンネルのデータフォーマットがどのようなものであるかを知る必要がない。これは、エンドユーザのアプリケーション及びアクセスのフォーマットの独立性を可能とする上で非常に重要である。

【0058】上述の装置は、ネットワークに  $30 \text{ km}$  までの距離においてテラビット/秒の範囲のデータの搬送を可能とし、リングがカスケード接続されている場合は、より高速となる。例えば、ATM 交換機等の高速交換機の構成部材をキャニバスの広さのネットワークにわたって分散することができ、中继線カードやプロセッサを大幅に削減することが可能となる。図 13 は、そのような分散スイッチの一例を示す。スイッチ部材 100 は、上述の要領で相互接続されたノード 110 を用いるリンク 1 を介して相互接続される。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 波長分割多重化 (WDM) 双方向リングネットワークの物理的レイアウトを示すブロック図である。

【図 2】 本発明による代表的なシステムで使用される波長帯域を示す図である。

【図 3】 ネットワークノードの機能を示すブロック図である。

【図 4】 光クロス接続スイッチを備えたネットワークノードのブロック図である。

【図 5】 波長帯接続を示すリングの図である。

【図 6】 保護スイッチングを示すリングの図である。

【図 7】 ハブ型接続パターンの一例を示す図である。

【図 8】 メッシュ型接続パターンの一例を示す図である。

【図 9】 ベイロード信号の例を示すリングの図である。

【図 10】 ビットレート一枚モニタを示す図である。

【図 11】 保守チャンネル信号ドライバのブロック図である。

【図 12】 各波長のスペクトル強度を示すグラフである。

【図 13】 分散 ATM 交換機のブロック図である。